Die optischen Eigenschaften zweier Andesine

Von

w. M. Friedrich Becke und Mauritz Goldschlag (†)

(Mit 7 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 7. November 1918)

Einleitung.

In den Jahren 1916 und 1917 hatte sich Herr Dr. Goldschlag auf meinen Vorschlag mit der optischen Untersuchung von Andesinen aus vulkanischen Gesteinen beschäftigt. Nach seinem Tode im September 1917 hinterließ er eine Niederschrift seiner Unteruchungen und eine Reihe der von ihm hergestellten Präparate. Vorläufige Resultate seiner Messungen waren im Anzeiger der Wiener Akademie, 1917, Nr. 17, aufgenommen worden. Leider blieb ein wichtiger Teil seiner Arbeit, die Untersuchung eines Andesins aus einem Gestein der atlantischen Sippe, einem phonolithischen Tephrit des böhmischen Mittelgebirges, unvollendet. Dagegen war der Teil, der sich auf zwei Andesine aus pazifischen Gesteinen bezog, abgeschlossen.

Die Durchsicht der Präparate und des Manuskriptes ergab, daß in einigen Fällen eine merkliche Abweichung zwischen Glas- und Schliffnormale vorhanden war; und es war aus dem Text nicht zu ersehen, ob diese Abweichung bei der Bestimmung der Achsenlage berücksichtigt worden war. Dies veranlaßte mich zu Nachmessungen der Achsenpositionen, wobei dem Zonenbau der Krystalle Beachtung geschenkt wurde. Auch die Auslöschungsschiefen wurden nochmals

sorgfältig bestimmt und die Orientierung der Platten nachgeprüft. Hieraus erklären sich kleine Abweichungen gegenüber den Zahlen der vorläufigen Anzeigernotiz; sie ändern aber nicht das Hauptergebnis.

An den Beobachtungen über Brechungsexponenten wurde nichts geändert.

Orientierung der angeschliffenen Platten. Soll die Schliffnormale in die stereographische Projektion auf M nach Max Schuster eingetragen werden, so ist zu achten, daß der zugehörige Teilkrystall vier verschiedene Stellungen einnehmen kann, welche von M. Lévy als 1 1′ 2 2′ bezeichnet werden. 1 1′ und 2 2′ stehen in Zwillingsstellung nach dem Albitgesetz, 1 2 und 1′ 2′ in Zwillingsstellung nach dem Karlsbadergesetz. 1′ und 2′ können durch Drehung um 180° in die Stellung 1 und 2 übergeführt werden. Man braucht also nur 1 und 2 ins Auge zu fassen. Sie unterscheiden sich dadurch, daß bei 1 die angeschliffene Fläche der Halbkugel um 010, bei 2 jener um 0$\bar{1}$0 angehört.

In der Fig. 1 sind die vier möglichen Stellungen 1 1′ 2 2′ mit den zugehörigen P-Flächen, den Achsenebenen und den Achsenörtern für mittleren Andesin angegeben.

Unterscheidung von Pol und Gegenpol der Axen A und B. In manchen Fällen ist es notwendig, zwischen Richtung und Gegenrichtung der optischen Achsen zu unterscheiden, und zu ihrer Bezeichnung ist eine Festsetzung erforderlich.

Ich bezeichne jenen Pol der A-Achse, welcher in der ganzen Plagioklasreihe in der Projektion auf M nach Max Schuster zum Vorschein kommt, als $+A$, da er im Krystallraum um das +Ende der a-Achse liegt. In der Projektion nach M. Lévy erscheint der Gegenpol $-A$.

Ich bezeichne ferner jenen Pol der B-Achse, der in der M-Projektion Max Schuster's eingetragen ist,[1] als $-B$, da er im Krystallraum um das − Ende der a-Achse liegt. Die

[1] Nur beim Anorthit, dessen $-B$ links von der Medianzone liegt, tritt in die Schuster'sche Projektion der Gegenpol $+B$ ein.

± Bezeichnung der Achsen in dem Doppelzwilling 1 1′ 2 2′ ergibt sich aus der folgerichtigen Durchführung der durch die Zwillingsgesetze geforderten Hemitropien. In Fig. 1 sind die $\pm A$ und $\pm B$ für mittleren Andesin eingetragen und bezeichnet.

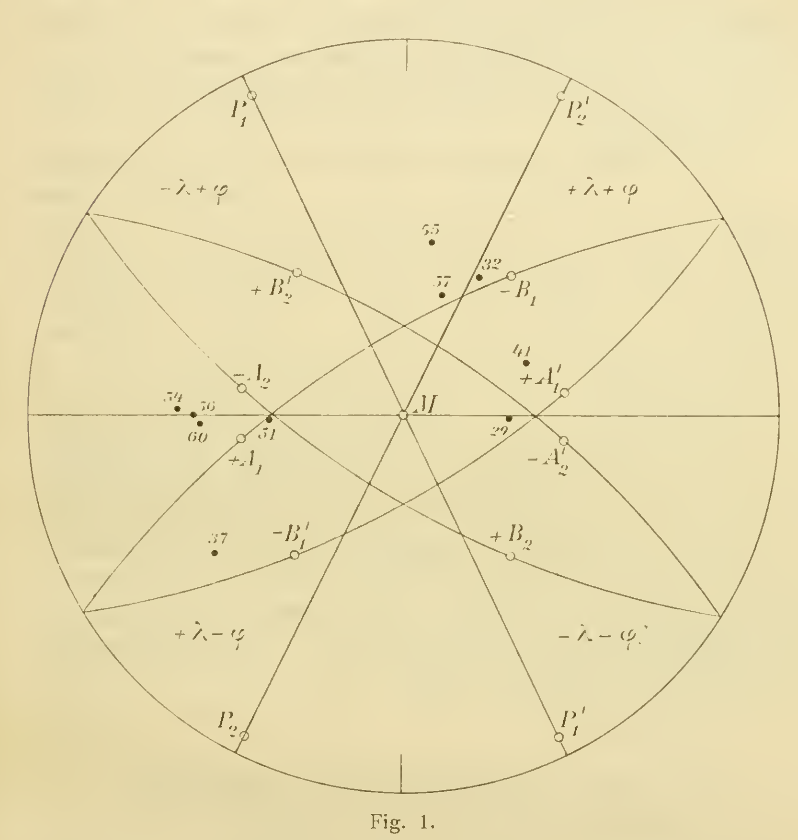


Fig. 1.

Stereographische Projektion eines Doppelzwillings von Andesin. *N* 29, 32, 54, 55, 56 Pole der Schliffe des Andesins von Esterel. *N* 37, 41, 51, 57, 60 Pole der Schliffe von Andesin von Mayeama.

Bei Beschreibung der konoskopischen Bilder wird vorausgesetzt, daß die Spur von *M* (kenntlich durch die eingeschalteten Zwillingslamellen nach dem Albitgesetz) in der Pfeilrichtung (vorn—hinten) eingestellt ist. Die Richtung von Linien oder Spuren von Ebenen wird im Azimut von

0 bis 90° von dieser Spur *M* aus gezählt, und zwar + im Sinne des Uhrzeigers; z. B. Spaltrisse nach *P*, Spur von Achsenebenen, Auslöschungsrichtungen. Diese sind immer in der Schwingungsrichtung der rascheren Welle α' genommen.

Bei Achsenaustritt, Austritt von Mittellinien etc. ist der Quadrant des Gesichtsfeldes angegeben, ferner das Azimut, ausgehend von der Spur *M*, und zwar vom hinteren (oberen) Ende von 0 bis 180° gezählt, + im Uhrzeigersinn, — gegen den Uhrzeigersinn.

Die Bedeutung der Koordinaten λ und φ für die Achsenpositionen ist beibehalten, wie sie F. Becke in dem Referat über M. Lévy's Feldspatuntersuchungen im Neuen Jahrb. f. Min.[1] eingeführt hat. Die Vorzeichen $\pm$ sind dort angepaßt den von M. Lévy und v. Fedorow bevorzugten Projektionen senkrecht zur *c*-Achse. Die Fig. 1 zeigt, wie diese Vorzeichen bei der hier benützten Projektion auf *M* zu verstehen sind.

Zur Lagebestimmung der orientierten Schliffplatten sind dieselben Winkelkoordinaten λ φ angegeben. Sie stehen in einer einfachen Beziehung zu den von Goldschmidt für das zweikreisige Goniometer eingeführten Winkelkoordinaten φ und ρ bei Polarstellung von *M*. Wenn man als Nullmeridian die Zone [010.$\bar{1}$00] einführt, so gilt folgende Beziehung. In allen Quadranten ist ρ Goldschmidt $= 90 - \varphi$ Becke ohne Rücksicht auf das Vorzeichen von φ.

Im Quadranten

rechts oben	ist	φ Goldschmidt	$= \lambda - 90$ Becke	
rechts unten	»	φ »	$= 90 - \lambda$	»
links unten	»	φ »	$= 90 + \lambda$	»
links oben	»	φ »	$= -(90 + \lambda)$ Becke	

wobei λ ohne Rücksicht auf das Vorzeichen bei Becke in seinem absoluten Wert einzusetzen ist.

---

[1] Neues Jahrb. f. Min., 1895, II, p. 67; vgl. auch: Bestimmung anorthitreicher Plagioklase durch die Interferenzbilder von Zwillingen, Min. u. petr. Mitt., *14*, p. 422 (1895).

Andesin von St. Raphael bei Agay, Esterel, Cannes in Frankreich.

Zur Untersuchung dienten kurzsäulenförmige Krystalle, meist Doppelzwillinge nach dem Albit- und Karlsbadergesetz, die von Krantz in Bonn geliefert wurden und bis 1 *cm* Größe erreichten. Sie sind schon oft beschrieben worden.[1]

Ihre Zusammensetzung ist mehrmals untersucht worden. Das von M. Schuster optisch untersuchte Material wurde von Ludwig Sipöcz[2] analysiert (1). Die Analyse läßt sich berechnen nach der Formel $An_{40}Ab_{57}Or_{3}$, welche die Zahlen unter 2 erfordert.

	SiO_2	Al_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Glühverlust	Summe
1	58·48	26·94	0·11	8·21	6·87	0·50	0·49	101·60
2	58·14	26·48	—	8·31	6·55	0·52	—	100·00

Die optische Untersuchung erstreckte sich auf die Ermittlung der Brechungsexponenten für Na-Licht, auf die Aufsuchung der Achsenörter und die Bestimmung der Auslöschungsschiefen im weißen Tageslicht.

1. Brechungsexponenten.

Die Brechungsexponenten wurden an 4 Platten mit dem Abbe-Pulfrich'schen Krystallrefraktometer mit Glashalbkugel nach der von C. Viola angegebenen Differentialmethode[3] bestimmt. Eine der Platten war so geschliffen, daß eine der

---

[1] Über das Gestein, dem sie entstammen: Coquand, Description des terrains primaires et ignées du Dep. du Var. Mém. Soc. Géol. de France [2]. 3, p. 289—395. — Über den Feldspat: Max Schuster, Min. Petr. Mitt. 3. (1881), p. 173—182. — A. Des Cloizeaux, Manuel de Minéralogie. I. (1862), p. 310—312, Taf. XXIII, Fig. 136. — A. Lacroix, Minéralogie de la France et de ses colonies. 2. (1897), p. 174—184, Fig. 3—6. — F. Fouqué, Contribution à l'étude des Feldspaths des roches volcaniques. Bull. Soc. Franç. de Minéral. 7. (1894), p. 73—75.

[2] Bei Max Schuster, l. c., p. 176.

[3] C. Viola, Über die Bestimmung der optischen Konstanten eines beliebig orientierten zweiachsigen Krystallschnittes. Z. f. Kryst. 31. (1899), p. 40—48, und »Über einige im mineralog. Institut zu München ausgeführte Untersuchungen«. Ebenda 30. (1898), p. 418.

optischen Achsen in ihre Ebene fiel; durch die Kreuzung der Kurven für Totalreflexion gab sie einen wertvollen Anhaltspunkt für den richtigen Wert des Brechungsexponenten β. Übrigens mußte stets mit verkleinerndem Okular beobachtet werden, weshalb die 4. Dezimale unsicher blieb.

Die vier Platten ergaben folgende Werte:

	I	II	III	IV	Mittel
α . . .	1·5470	1·5473	1·5483	1·5488	1·5478
β . .	1·5516	1·5521	1·5526	1·5519	1·5520
γ . . .	1·5547	1·5558	1·5561	1·5566	1·5558

Diese Werte sind nur annähernd richtig, was nicht nur von der geringeren Einstellungspräzision bei Anwendung des verkleinernden Fernrohrs herrührt, sondern auch von der Inhomogenität der Krystalle infolge der Zonenstruktur.

Es wurde der Versuch gemacht, die Mittelwerte zu verbessern. Hierzu diente die Messung von Gangunterschieden in orientierten Platten nach Ermittlung der Achsenpositionen. An einer Platte parallel (001) wurde der Gangunterschied mit dem Kompensator von Babinet, die Dicke mit dem Sphärometer gemessen. Hieraus und aus der Position der Achsen ergab sich $\gamma - \alpha = 0·0074$. Ferner wurde in einer Platte, welche auf α nahezu senkrecht war, in ähnlicher Weise $\gamma - \beta = 0·0038$ bestimmt. Dann liefert folgende Rechnung korrigierte Werte der 3 Brechungsexponenten.

Aus den oben angegebenen Mittelwerten folgt:

$$
\begin{aligned}
\alpha + \beta + \gamma &= 4·6556 \\
\gamma - \alpha &= 0·0074 \\
\gamma - \beta &= 0·0038 \\
\hline
3\gamma &= 4·6668 \\
\gamma &= 1·5556 \\
\beta &= 1·5518 \\
\alpha &= 1·5482
\end{aligned}
$$

2. Lage der Achsen.

Zur Orientierung der Achsen dienten Beobachtungen an Platten, deren Lage gegen die Hauptflächen des Krystalls mit dem zweikreisigen Goniometer bestimmt worden war. Die Achsenlage wurde mittels Zeichentisch nach Azimut und Zentraldistanz ermittelt nach der von F. Becke angegebenen Methode. Im Falle einer bemerkbaren Neigung zwischen der Normale des Objektträgers und der Platte wurde diese nach Azimut und Zentraldistanz durch Goniometermessung bestimmt und an den Achsenlagen die entsprechende Korrektur angebracht.

Achse A wurde an 3 Platten bestimmt.

Platte (29). Sie war ungefähr nach einer Fläche $1\bar{3}0$ angeschliffen. Der größte Teil entspricht dem Teilkrystall 2'. Position: $\lambda = -89° 28'$, $\varphi = -58° 17'$. Ein kleiner Teil gehört dem Teilkrystall 1 an und zeigt keinen Achsenaustritt. In einem Teile der Platte sind nach dem Albitgesetz Lamellen des Teilkrystalls 2 eingelagert. Es zeigen sich Spaltrisse nach P_2'. Der Winkel der Spuren MP wurde gemessen mit 70·4°. Die Position fordert denselben Wert. Die größere Hälfte der Platte ist von Zwillingslamellen frei und liefert an sprungfreien Stellen ein klares Achsenbild im Quadranten rechts unten, entsprechend der Achse A_2'. Die Dispersion $\rho < v$ um γ ist bemerkbar. Der optische Charakter ist unentschieden; die Isogyre geht in Diagonalstellung gerade gestreckt durch den Achsenort. Die Achsenebene erstreckt sich von links oben nach rechts unten. (Vergl. Fig. 1.)

Durch verschiedene Interferenzfarben verrät die Platte ausgesprochenen Zonenbau. Infolge schräger Lage der Schichten erscheinen die Zonen unscharf begrenzt in weich verschwimmenden Übergängen. Der Kern (a) erscheint in Purpur II. Ordnung ($\Gamma = 1 \cdot 1\, \mu$). Darüber folgt eine Zone Orange ($\Gamma = 0 \cdot 95$) (b); nach einer schmalen Rekurrenz mit Karmin ($\Gamma = 1 \cdot 05$) (c) folgt in raschem Übergang durch Gelb eine breite Zone mit klarem Grün ($\Gamma = 0 \cdot 8$) (d); endlich zu äußerst eine schmale durch Streifen linierte Zone mit Blau II. Ordnung ($\Gamma = 0 \cdot 7$) (e).

In diesen unterscheidbaren Teilen wurde die Achse nach Azimut und Zentraldistanz mittels Zeichenapparat bestimmt. Es ergab sich als Mittel zweier gut stimmender Beobachtungsreihen:

Platte 29	*a* Kern	*b*	*c*	*d*	*e* Rand
Azimut gegen *M*	−68°	−72·7°	−69·5°	−68·5°	−58·5°
Zentraldistanz . .	19·2°	16·5°	17·5°	13°	11·5°
Hieraus λ . . .	+79·5°	+82°	+80°	+81·5°	+79°
Hieraus φ . . .	−40°	−42·8°	−42°	−45·5°	−48°
Azimut der Achsenebene	−49°	−42°	−43°	−35°	−32°

Die Reihe λ φ gibt die Orientierung für das in die Grundstellung gebrachte Individuum (1 in Fig. 1).

Trägt man die Positionen in das stereographische Netz ein, so sieht man, daß sie sich der von F. Becke gezeichneten Bahn der Achse *A* ziemlich gut anschmiegen; der äußere Rand entspricht der anorthitreichsten Mischung. Man bemerkt auch durch den Vergleich der 5. Zeile mit der darüber stehenden Position der Achse, daß mit dem Fortrücken der Achse *A* in der Bahn gegen den Achsenort von Labrador eine immer steilere Aufrichtung der Achsenebene verbunden ist.

Platte (56) wurde nach einer in der Prismenzone gelegenen Fläche geschliffen. Das Hauptindividuum entspricht der Position 2 von Fig. 1. Der Schliff entspricht den Positionswinkeln $\lambda = -90°$, $\varphi = +32° 20'$. Die Achse liegt im konoskopischen Bild rechts oben ($-A_2$), die Achsenebene streicht von links oben nach rechts unten. In dieser Richtung liegt die Mittellinie γ. Zonenstruktur ist recht deutlich zu erkennen. Auf einen Kern (*a*) folgt eine ziemlich breite Zone mit kleinerer Auslöschungsschiefe gegen die Spur von *M* (*b*), weitere Zonen legen sich an (*c*), die durch eine schmale Rekurrenz nahezu von der Orientierung des Kernes *a* unterbrochen werden (*d*); dann folgen weitere Schichten, die eine Wiederholung von *c* darstellen, endlich zu äußerst eine ziemlich breite Zone, die an Auslöschungsschiefe *a* noch

übertrifft. In dieser Zone weicht die Achse am meisten von der Schliffnormalen ab, in *b* und *c* ist der Abstand der Achse am kleinsten.

Außer dem Schalenbau, der im einzelnen noch viel verwickelter ist, als hier dargestellt wurde, treten Lamellen nach dem Albit- und Periklingesetz auf, ferner Spaltrisse nach *P*. Die Spuren *MP* schließen einen Winkel von —77·6° ein. Die oben angeführte Schlifflage erfordert —78°.

Die fünf oben angegebenen Schichten lieferten folgende Messungsergebnisse:

Platte 56		*a*	*b*	*c*	*d*	*e*
Auslöschungsrichtung α bezogen auf die Spur *M*		+ 7°	0	+ 7°	— 0·5°	+12°
Azimut der Achse		+60°	+48°	+52°	+55°	+66°
Zentraldistanz ..		15°	12°	11·5°	12·5°	15·5°
Azimut der Achsenebene .		—44°	—48°	—45°	—43°	—37°
Position der Achse bezogen auf die Grundstellung 1, Fig. 1	λ	+79·3°	79°	80·5°	80·2°	80·5°
	φ	—45°	41°	41°	42°	46°

Man bemerkt auch hier die Beziehung, daß die Achsenebene mit der Spur von *M* einen umso kleineren Winkel einschließt, je weiter die Achse in der Bahn der Achse *A* gegen die Position von Labrador vorrückt. Alle Positionen schließen sich ziemlich gut der von Becke gezeichneten Achsenbahn an. Die Abweichungen übertreffen kaum die Messungsfehler.

Platte (54) entspricht der Position λ—88°40′, φ+29°10′. Sie wurde aus einem Karlsbader Doppelzwilling hergestellt und enthält die beiden Individuen 1 und 2 (vgl. Fig. 1) in

größerer Ausdehnung, von den Individuen 1′ und 2′ sind nur schmälere Lamellen vorhanden; stellenweise sind sie so gehäuft, daß keine ungestörten Achsenbilder zustande kommen, doch gibt es auch reine Stellen, in denen deutliche Zonenstruktur beobachtet wird. In dem Individuum 2 ist eine Andeutung eines innersten Kerns vorhanden (*a*), um den sich Schichten legen (*b*, *d*) mit abnehmendem An-Gehalt, unterbrochen durch eine basische Rekurrenz (*c*). Die äußerste, etwas getrübte Zone (*e*) entspricht wieder einer sehr An-reichen Mischung. Im Individuum 1 lassen sich die Zonen *b c d e* wieder erkennen; die Kernpartie *a* fehlt.

In 1 liegt die Achse, wenn die Spur *M* pfeilrecht eingestellt ist, im Quadranten rechts unten, die Achsenebene zieht von links unten nach rechts oben, und in dieser Richtung liegt γ.

Im Individuum 2 liegt die Achse rechts oben, die Achsenebene verläuft von links oben nach rechts unten, und in dieser Richtung liegt γ.

Die Achsenebenen beider Individuen schneiden sich, wie Fig. 1 verlangt, zwischen Achse und Mittellinie γ. Der Winkel der optischen Achsen $A_1 A_2$ ist aus den Messungsergebnissen zusammengehöriger Zonen unmittelbar abzuleiten. Er erweist sich nie kleiner als 12°. Wieder ist die Änderung des Winkels der Achsenebene mit der Spur von *M* in Beziehung zum Achsenort. Die Achsenebene liegt steiler, je weiter die Achse von der Mitte gegen den Rand des Gesichtsfeldes, gegen den Achsenort von Labrador vorrückt.

In beiden Teilkrystallen sind Spaltrisse nach *P* vorhanden; mit der Spur *M* bilden sie folgende Winkel:

$$MP_1 = +79\cdot2° \; (+79\cdot2°)$$
$$MP_2 = -83\cdot6° \; (-81°).$$

Die in Klammer beigefügten Ziffern folgen aus der oben angegebenen Lage des Schliffes.

Die Bestimmung der Achsenlage ergab folgendes:

Platte 54 Teilkrystall 1	—	*b*	*c*	*d*	*e*
Auslöschungsschiefe bezogen auf die Spur *M*		— 3°	—12°	— 7°	—17°
Azimut der Achsenebene . .		+52°	49°	+50°	+48°
Azimut der Achse		—50°	—67·5°	—57·5°	—70°
Zentraldistanz .		13·5°	16·5°	15°	17·5°
Achsenlage λ		+80·2°	+81·7°	+80°	+82·6°
Achsenlage φ		-39°	—44·2°	—41°	—45°

Teilkrystall 2	*a*	*b*	*c*	*d*	*e*
Auslöschungsschiefe	+ 7°	— 2°	+ 6°	— 1°	+11°
Azimut der Achsenebene	—47°	—53°	—48°	—51°	—45°
Azimut der Achse	+69°	+54°	+66·5°	+58°	+71·5°
Zentraldistanz .	15°	13°	16·6°	14°	17·5°
Achsenlage übertragen in Stellung 1 λ	+81·2°	+79°	+79·3°	+79°	+81°
Achsenlage übertragen in Stellung 1 φ	—43°	—39·5°	—44°	—40·3°	—45°

Auch diese Achsenpositionen kommen der von F. Becke gezeichneten Achsenbahn recht nahe und die vorhandenen Abweichungen werden geringer, wenn man aus den zusammengehörigen Zonenteilen beider Individuen je das Mittel nimmt.

Für die Bestimmung der Achse *B* standen zwei Platten zur Verfügung.

Platte (32). Orientierung der Schliffnormalen λ +30°45′, φ +46°8′. Die Platte zeigt Zwillingslamellen nach dem Albit- und Periklingesetz. Letzteren parallel verlaufen Spaltrisse nach

P. Das Hauptindividuum hat die Stellung von 1, Fig. 1. Der Winkel der Spuren *MP* wurde gemessen —67·4°, die Position erfordert —68°.

Die Platte zeigt gut ausgeprägte Zonenstruktur. Auf einen Kern *a* folgen Zonen mit abwechselnd kleinerer und größerer Auslöschungsschiefe (*b c d*). Die äußerste, ziemlich scharf abgesetzte Zone (*e*) hat die größte Auslöschungsschliefe und hat nach der Achsenlage den größten Anorthitgehalt. Die Achsenebene zeigt geringe Azimutschwankungen, die die Einstellungsfehler kaum übersteigen; dagegen ist die Achsenlage in den aufeinanderfolgenden Zonen merklich verschoben. Das stimmt vollkommen mit dem, was für die Achse *B* zu erwarten ist.

Die Messungsergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Platte 32		*a* Kern	*b*	*c*	*d*	*e* Rand
Auslöschungsschiefe α gegen die Spur von *M*		—76°	—54°	—65°	—53°	—82°
Winkel der Achsenebene gegen die Spur von *M*		—46°	—43°	—48°	—45°	—46°
Azimut der Achse gegen die Spur von *M*		+89·5°	—50·5°	—74°	—52·5°	+79°
Zentraldistanz . .		9·5°	9·1°	9·5°	10·1°	10·8°
Achsenlage	λ	+30·4°	+38°	+34°	+38·2°	+28°
	φ	+37·3°	+39°	+37°	+37·8°	+35·5°

Platte (55) hat die Position $\lambda = +10 \cdot 7°$, $\varphi = +41 \cdot 3°$. Sie zeigt Zusammensetzung aus 2 Teilkrystallen, die nach dem Karlsbadergesetz verbunden sind. Teilkrystall 1 (nach Fig. 1) zeigt bei Einstellung der Spur *M* in Pfeilrichtung das Bild der *B*-Achse rechts oben; die Achsenebene zieht oberhalb der Mitte des Gesichtsfeldes von rechts unten nach

links oben durch das Gesichtsfeld; in letzterer Richtung liegt die Mittellinie α. Wie in allen anderen Fällen ist in Diagonalstellung die Isogyre fast gerade gestreckt, 2 V muß also 90° nahekommen. Diese Platte zeigt keinen sehr scharfen Anhaltspunkt für die krystallographische Ausgangsrichtung. Die Grenze der nach Karlsbadergesetz verbundenen Teilkrystalle verläuft nicht gerade, sondern flach gekrümmt. Die Spaltrisse nach P sind zwar in den zu erwartenden Richtungen vorhanden, aber wenig geradlinig. Schließlich wurde eine in 2 vorhandene, etwas verwaschene Lamelle nach dem Albitgesetz als Spur von M eingestellt. Teilkrystall 2 zeigt keinen Achsenaustritt. Die Auslöschungsrichtungen der in 1 erkennbaren Zonen sind nicht sehr verschieden; auch die Azimute der Achsenebenen weichen nicht sehr voneinander ab. Die Messungsergebnisse sind die folgenden:

Platte 55	*a* Kern	*b*	*c*	*d* äußerste Zone
Auslöschungsrichtung α gegen die Spur von M	—15°	—	—	—21°
Azimut der Achsenebene gegen die Spur von M	—29·4°	—33·4°	—29·4°	—38·4°
Azimut der Achse gegen die Spur von M	+ 2°	+ 3°	+ 4·5°	— 4°
Zentraldistanz	20·7°	22·3°	24·3°	16·0°
Lage der Achse λ	+37·5°	+39·5°	+42·0°	+31·0°
Lage der Achse φ	+38·7°	+38·5°	+39·0°	+38·0°

Die Fig. 2 und 3 sind Ausschnitte aus der stereographischen Projektion mit dem Halbmesser von 10 *cm* und geben die gefundenen Positionen der Achsen A und B nach den Koordinaten λ und φ an (volle Punkte); mit leeren Kreisen sind die Achsenlagen von Oligoklas 25 % An, Andesin 37 % und Labrador 52 % nach den Angaben von F. Becke, sowie die von ihm gezeichneten Achsenbahnen eingetragen.

Man bemerkt, daß die gefundenen Punkte dieser Bahn sehr nahe liegen. Die Abweichungen sind wohl hauptsächlich Folge der Versuchsfehler. Als solche kommen neben den Fehlern der optischen Messung insbesondere die Mängel in der Bestimmung der krystallographischen Orientierung der

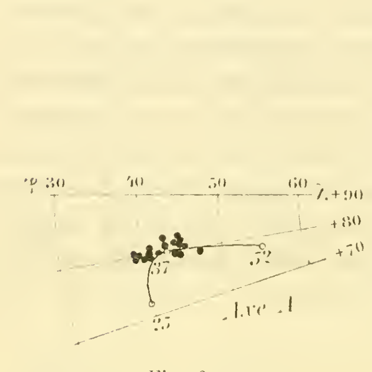


Fig. 2.

Einzelmessungen der Achse A des Andesin von Esterel. 25 Achse des Oligoklas, 37 des Andesin, 52 des Labradorit nach Becke.

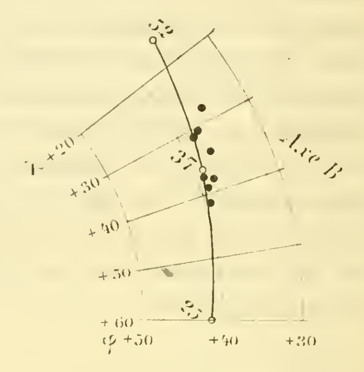


Fig. 3.

Einzelmessungen der Achse B des Andesin von Esterel. 25 Achse des Oligoklas, 37 des Andesin, 52 des Labradorit nach Becke.

Schliffplatten in Betracht. Da die Messungen sich zumeist auf Spaltflächen bezogen, kann der mögliche Fehler leicht $^1/_2$ bis 1° betragen. Vielleicht wäre die Achsenbahn für A zwischen Oligoklas und Andesin ein wenig mehr nach links auszubauchen. Wahre Bedeutung hat die Streuung der Achsenpunkte längs der Achsenbahn, und eine bemerkenswerte Eigentümlichkeit der untersuchten Krystalle liegt in der steten Wiederkehr einer anorthitreichen Außenschichte.

Will man aus diesen Einzelpositionen einen Mittelwert ableiten, der allein mit der durch die Analyse gegebenen mittleren Zusammensetzung der Krystalle in Beziehung gesetzt werden kann, von der die einzelnen Schichten der Krystalle gewiß um mehrere Prozente im An-Gehalt auf und ab schwanken, so empfiehlt es sich wohl, das arithmetische Mittel aller Einzelpunkte zu nehmen. Diese sind in der folgenden Tabelle nochmals verzeichnet und bei Achse A nach

abnehmendem φ, bei Achse B nach wachsendem λ geordnet, wodurch die Achsenpole der An-reichsten Schichten an den Anfang kommen. Mit dem Beisatz r sind die Positionen der Randschichte versehen.

Achse A	λ	φ	Achse B	λ	φ
29 *e*	+79°	−48° *r*	32 *e*	+28°	+35·5° *r*
56 *e*	80·5	46 *r*	32 *a*	30·4	37·3
29 *d*	81·5	45·5	55 *d*	31	38·0 *r*
54, 1 *e*	82·6	45 *r*	32 *c*	34	37
54, 2 *e*	81	45 *r*	55 *a*	37·5	38·7
56 *a*	79·3	45	32 *b*	38	39
54, 1 *c*	81·7	44·2	32 *d*	38·2	37·8
54, 2 *c*	79·3	44	55 *b*	39·5	38·5
54, 2 *a*	81·2	43	55 *c*	42	39
29 *b*	82	42·8			
29 *c*	80	42			
56 *d*	80·2	42			
54, 1 *d*	80	41			
55 *c*	80·5	41			
56 *b*	79	41			
54, 2 *d*	79	40·3			
29 *a*	79·5	40			
54, 2 *b*	79	39·5			
54, 1 *b*	80·2	39			
Mittelwert....	+80·3°	−42·8°		+35·5°	+37·9°
Andesin Becke	+80	−43		+36·5°	+38·5
Oligoklas 25..	+72	−40		+60	+41
Labrador 52..	+76·7	−55·7		+15·7	+35

Die Fig. 4 und 5 zeigen in gleicher Darstellung eine Auswahl der Achsenlagen des Andesin von Hohenstein nach den Messungen von Großpietsch (vgl. die vorangehende Arbeit, diese Sitzungsber., Bd. 127, Heft 6 und 7.

Wie man sieht, kommt der Mittelwert der von F. Becke aus Dünnschliffbeobachtungen abgeleiteten Achsenposition sehr nahe. Nur ist der angenommene Anorthitgehalt von 37 %

wohl zu niedrig. Die Analyse von Esterel-Andesin führt auf 40% Anorthit.

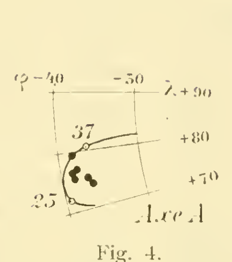


Fig. 4.

Einzelmessungen der Achse *A* am Andesin von Hohenstein. 25 Axe *A* des Oligoklas von Twedestrand, 37 des Andesin nach Becke.

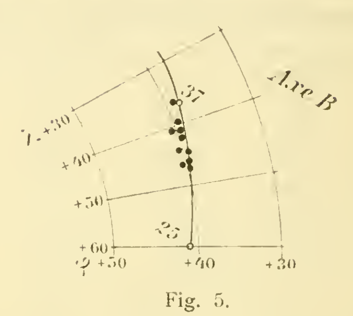


Fig. 5.

Einzelmessungen der Achse *B* am Andesin von Hohenstein. 25 Achse *B* des Oligoklas von Twedestrand, 37 des Andesin nach Becke.

Aus der mittleren Lage der Axen lassen sich eine Anzahl Größen ableiten, die nun mit der Beobachtung verglichen werden können.

3. Auslöschungsschiefen.

M (010). Auf der Längsfläche fordert die Achsenlage eine Auslöschungsschiefe gegen die Spur von *P* von $-5 \cdot 8°$. An Spaltblättchen wurden folgende Winkel gemessen: $-6 \cdot 6°$, $-6 \cdot 4°$, $-3 \cdot 4°$, $-2 \cdot 8°$. Das Mittel ergibt $-4 \cdot 8°$. Max Schuster gibt für Andesin von Esterel an $-3 \cdot 6$ bis $-8 \cdot 1°$. A. Des Cloizeaux fand $-2°$ bis $-5 \cdot 5°$ und F. Fouqué fand $-9°$.

P (001). Auf der Endfläche erfordert die mittlere Achsenposition eine Auslöschungsschiefe gegen die Spur von *M* gleich $-1 \cdot 5°$. An Spaltblättchen wurde gemessen $-1 \cdot 6°$, $-1 \cdot 7°$, $-1 \cdot 8°$, $-1 \cdot 9°$, $-2 \cdot 1°$ und $-3 \cdot 1°$; das Mittel ist $-2°$. Max Schuster gibt an $-2°19'$, $-1°57'$, $-1°33'$. A. Des Cloizeaux hat $-2°16'$, F. Fouqué $-2°30'$ gemessen.

Für den wichtigen Schnitt senkrecht zu M und P ergibt die Konstruktion eine nach α' genommene Auslöschungsschiefe von $+24°$ im spitzen Winkel MP gegen die Spur von M. Eine Platte, welche von dieser Lage um zirka 10° abweichtt ($\lambda = 54°, \varphi = -2°$) ergab die Auslöschungsschiefen $-23 \cdot 3°$ und $+24 \cdot 0°$ in den beiden Lamellensystemen des Albitzwillings. Sie gestattet noch eine weitere wichtige Prüfung bezüglich der Lage der Mittellinie α.

4. Lage der Mittellinie α.

Die erwähnte Platte wurde absichtlich so angeschliffen, daß das Bild der Mittellinie α im Konoskop ziemlich genau in der Mitte des Gesichtsfeldes sichtbar wurde. Aus den Messungen gegen die Spaltflächen nach P und M ergibt sich, daß der vorherrschende Teilkrystall 1′ am positiven Ende der a-Achse getroffen war, und die Position des Schliffes wurde durch die Koordinaten $\lambda = +54°$, $\varphi = -2°$ bestimmt. Die Platte zeigt außer mehreren ziemlich breiten Lamellen des Teilkrystalls 1 auch Partien, die dem Teilkrystall 2′ (Karlsbadergesetz) entsprechen.

In beiden Teilkrystallen 1 und 1′ liegt das Bild der Mittellinie α bei richtiger Einstellung des Präparates oberhalb der Mitte des Gesichtsfeldes.

Bei Teilkrystall 1′ zieht die Achsenebene von links unten nach rechts oben, und von den die Achse B (links unten) umziehenden Farbenringen ist etwas mehr zu überblicken als von der Achse A (rechts oben). Die Ebene $\alpha\,\beta$ liegt also für 1′ rechts von der Mitte des Gesichtsfeldes.

Teilkrystall 1 zeigt die Achsenebene von links oben nach rechts unten, und wieder ist von dem Ringsystem der Achse B (rechts unten) mehr zu überblicken als von jenem der Achse A (links oben). Für 1 liegt also die Ebene $\alpha\,\beta$ (dem Mittelbalken des Achsenbildes entsprechend) links von der Mitte des Gesichtsfeldes.

Während der Achsenbalken im Interferenzbild mit genügender Schärfe hervortrat, um mit dem Schraubenmikrometerokular eingestellt zu werden, war der Mittelbalken zu stark

verwaschen. Es wurde daher die Symmetrielinie des Interferenzbildes durch Einstellung auf die Farbenringe gleicher Ordnungszahl ermittelt nach der Methode, welche F. Becke bei Untersuchung des Albit von Amelia und der Oligoklasalbite angewendet hat.[1]

Die Messung ergab:

	1'	1
Azimut der Achsenebene gerechnet von der Spur M	$+64\cdot7°$	67°
Abstand der Achsenebene vom Mittelpunkt des Gesichtsfeldes nach oben	3°20′	3°
Abstand der Ebene $\alpha\beta$ vom Mittelpunkt	3°16′ nach rechts	5°45′ nach links.

Diese Ergebnisse liefern zunächst den Winkel für den gegenseitigen Abstand der Mittellinien $\alpha\alpha'$ gleich 5·5°. Berücksichtigt man die Position der Schliffplatte und den kleinen Fehler der Glasnormale (die Schliffnormale liegt 45′ genau senkrecht unter der Glasnormalen bei richtiger krystallographischer Aufstellung des Präparates), so leiten sich aus der stereographischen Projektion die Positionen der beiden Mittellinien wie folgt ab:

	λ	φ
Mittellinie α_1	$+59\cdot1°$	$-3\cdot5°$
Mittellinie α'_1	$+59\cdot9$	$+2\cdot1$
Mittel bezogen auf die Grundstellung 1.	$+59\cdot5°$	$-2\cdot8°$

Aus der Position der Achsen ergibt sich eine mitttere Position der Mittellinie α: $\lambda = +57°$, $\varphi = -2\cdot7°$. Die Übereinstimmung ist angesichts des Schalenbaues der Krystalle hinlänglich.

[1] Mineralogische u. petrographische Mitt. *19*, p. 331 (1900) und *20*, p. 63 (1901).

5. Winkel der Achsen in Zwillingen.

Weitere Kontrollen liegen noch in den Winkeln der Achsen in geeigneten Schnitten von Zwillingskrystallen.

Platte 54 zeigt in beiden Hälften eines Karlsbaderzwillings Austritt der Achse A. Der Winkel dieser Achsen $A_1 A_2$ ergibt sich aus der mittleren Achsenlage gleich 12·5°. In zusammengehörigen, d. h. derselben Anwachszone zugehörigen Teilen ergab sich dieser Winkel bei der Messung wie folgt:

Zone	b	c	d	e
$A_1 A_2$	15·5°	13°	15·5°	11·5°.

Für den Winkel AB' beim Albitzwilling erfordert die mittlere Achsenlage 34°. Dieser Winkel wurde in 2 Durchschnitten in einem von Max Schuster herrührenden Dünnschliff des Gesteins von St. Raphael gemessen mit 34° und 33°. Die Winkel der Achsenebenen ergaben sich bei der Messung mit 38° und 52°, im Mittel 45°. Die Position der Achsen erfordert 48°.

Aus der Achsenlage folgt ferner der Winkel der optischen Achsen $2V_\gamma = 90°$. In der Tat ist die Isogyre der Achsenbilder in Diagonalstellung so gerade gestreckt, daß eine Entscheidung, ob α oder γ erste Mittellinie sei, nicht getroffen werden kann. Nur in den nach der Achsenlage sehr An-reichen Zonen ist eine leise Konvexität gegen γ zu bemerken.

Endlich können auch noch die Winkel der Achsenebenen im Zwilling nach dem Karlsbadergesetz herangezogen werden. Dieser Winkel wurde gefunden bei Platte 54 für Zone b 77·4°, für Zone d 82°, für den anorthitreichsten Außenrand e 86·1°. Die Achsenlage fordert 82°.

Andesin von Mayeamo, Provinz Shinano, Japan.

Min. petr. Inst. Nr. 5091 u. 8932.

Die losen Krystalle erreichen eine Größe von 0·6 bis 1·5 *cm*. Sie sind von einem gelblich-weißen tonigen Zersetzungspropukt umhüllt. Im Inneren sind sie ziemlich frisch,

wenig zersetzt; sie enthalten öfter fremde Einschlüsse. Zonenstruktur ist zwar erkennbar, aber nicht so stark entwickelt wie bei dem Andesin von St. Raphael.

Die Tracht der Krystalle wechselt stark je nach den vorwaltend entwickelten Zwillingsgesetzen. Karlsbaderzwillinge sind tafelförmig nach *M* (010), Periklinzwillinge kurz säulenförmig nach der *b*-Achse. Die Prismenflächen sind immer klein entwickelt. Die Hauptformen sind *M* (010), *P* (001), *T* (110), *l* ($1\bar{1}0$), *x* ($\bar{2}01$), *z* ($1\bar{3}0$). Die Reflexe der Krystallflächen sind nicht besonders scharf, oft erscheinen Doppelreflexe infolge des Auftretens kleiner Subindividuen. Die Orientierung angeschliffener Flächen kann daher keinen hohen Grad von Genauigkeit beanspruchen. Der mögliche Fehler kann auf etwa 1° geschätzt werden.

Bei T. Wada[1] findet sich eine chemische Analyse dieser Art-Krystalle, ausgeführt von F. Nishikawa; darunter stehen die nach der Formel $Ab_{54}An_{38}Or_8$ berechneten Zahlen, die mit der Analyse gut stimmten.

	SiO_2	Al_2O_3	CaO	Na_2O	K_2O	Summe
Analyse des Andesins	58·21	26·46	7·58	6·32	1·28	99·85
$Ab_{54}An_{38}Or_8$	58·47	26·07	7·88	6·19	1·39	100·00

1. Brechungsexponenten.

Die Brechungsexponenten wurden mittels des Krystallrefraktometers an einer Platte wie folgt bestimmt (Na-Licht):

$$\alpha = 1\cdot5457 \qquad \beta = 1\cdot5500 \qquad \gamma = 1\cdot5533.$$

Auch hier ist die letzte Dezimale unsicher. Eine Verbesserung wurde wieder durch Ermittlung von Doppelbrechungsgrößen an Platten parallel 001 und senkrecht zur Mittellinie α angestrebt. Es wurde gefunden:

$$\gamma - \alpha = 0\cdot0070 \qquad \gamma - \beta = 0\cdot0033.$$

[1] T. Wada, Minerals of Japan. Transl. by Takudzu Okawa, Tokio 1904, p. 135.

Hiernach ergibt sich:

$$\alpha+\beta+\gamma = 4\cdot6490$$
$$\gamma-\alpha = 0\cdot0070$$
$$\gamma-\beta = 0\cdot0033$$

$$3\gamma = 4\cdot6593$$
$$\gamma = 1\cdot5531$$
$$\beta = 1\cdot5498$$
$$\alpha = 1\cdot5461.$$

2. Achsenlage.

Zur Aufsuchung des Ortes der optischen Achsen dienten Platten, deren Lage durch goniometrische Messung gegen die Hauptflächen bestimmt worden war.

Platte Nr. 51. Schlifflage $\lambda-88°7'$, $\varphi+52°33'$. Im Konoskop ist Achse A in der Stellung von 2 sichtbar. Sie liegt im Quadranten links oben. Winkel MP gemessen $-76°$ (die Schlifflage erfordert $-73°$).

Achsenebene Azimut $-48°$, Achse Azimut $-70°$; $Zd. = 17°$.

Achsenlage bezogen auf 1, Fig. 1 $\lambda+81\cdot2$, $\varphi-36°$.

Platte 41. Schlifflage $\lambda+66\cdot3°$, $\varphi+51\cdot4$. Albitzwilling. Winkel $MP_1 + 85\cdot5°$ $(+85\cdot5)$, MP' $90°$ $(90°)$. Zeigt im Individuum 1 die Achse B im Quadranten rechts oben, im Individuum 1' Achse A im Quadranten rechts unten. Die Achsenebenen konvergieren in der Richtung der α gegen rechts.

		Ind. 1 Achse B	Ind. 1' Achse A
Azimut der Achsenebene gegen Spur M		$-72°$	$+78°$
Azimut der Achsen		$+26°$	$+132\cdot5°$
Zentraldistanz		$23\cdot5°$	$18°$
Achsenlage bezogen auf Stellung 1	λ	$+39\cdot5°$	$+81\cdot5°$
	φ	$+37\cdot2°$	$-36\cdot8°$

Es ergibt sich ferner $AB' = 33\cdot5°$; Winkel der Achsenebenen $11' = 30°$.

Platte 37. Schlifflage $\lambda + 54 \cdot 5$, $\varphi - 26 \cdot 5$. Albitzwilling. Winkel $MP_1 - 83 \cdot 2°$ $(-82°)$, $MP'_1 - 88 \cdot 2°$ $(-89°)$. Zeigt in Teilkrystall 1 Achse A im Quadranten rechts oben, in 1′ Achse B rechts unten. Die Achsenebenen konvergieren nach links gegen die Mittellinie α.

		Ind. 1 Achse A	Ind. 1′ Achse B
Azimut der Achsenebene gegen Spur M		+74°	− 61°
Azimut der Achsen		+33°	+137°
Zentraldistanz		23°	16°
Achsenlage bezogen auf Stellung 1	λ	+78·5°	+40·5°
	φ	−37·0°	+36·5°

Winkel $AB' = 31°$; Winkel der Achsenebenen $1\,1' = 49°$.

Platte 60. Karlsbaderzwilling 12; $\lambda + 88°21'$, $\varphi - 33°52'$.
Achse A_1 links unten, A_2 links oben. Die Achsenebenen durchschneiden sich ungefähr in der Mitte des Gesichtsfeldes zwischen der Achse und γ.

		1	2
Azimut der Achsenebene gegen M		+ 58°	−51°
Azimut der Achsen		−108°	−67°
Zentraldistanz		21·3°	21·7°
Achsenlagen bezogen auf Stellung 1	λ	+ 80·5°	−81°
	φ	− 36°	−35·9°

Winkel der Achsen $A_1 A_2 = 15°$; Winkel der Achsenebenen $12 = 70°$.

Platte 57. Karlsbaderdoppelzwilling. $\lambda + 20°3'$, $\varphi + 55°3'$. Winkel MP in dem der Stellung 1 entsprechenden Teilkrystall $-53 \cdot 8°$ $(-52°)$. In 1 sieht man Achse B im Quadranten rechts unten. 1′ ist durch verkümmerte Lamellen angedeutet. 2′ ist in breiten Flächen getroffen und zeigt das Bild der Mittellinie γ ziemlich deutlich nahe der Mitte des Gesichtsfeldes. 2 ist durch schmälere Lamellen vertreten. Sehr auffallend ist in dieser Platte die Verwachsungsgrenze der beiden Teilkrystalle des Karlsbaderzwillings, welche mit

der durch Zwillingslamellen nach dem Albitgesetz angedeuteten Spur M einen Winkel von $-9°$ einschließt. Zonenstruktur ist hier deutlicher als in anderen Schliffen dieses Fundortes wahrzunehmen. In 1 liegt Achse B rechts unten. Diese Platte ließ Beobachtung der Dispersion zu. In der Normalstellung ist horizontale Dispersion angedeutet, und zwar zeigt der Achsenbalken auf der oberen, dem + Ende der c-Achse zugekehrten Seite einen bläulichen, unterhalb einen bräunlichen Saum. In der Diagonalstellung zeigt sich Dispersion $\rho < v$ um γ.

Azimut der Achsenebene gegen M		—45°
Azimut der Achse		+134°
Zentraldistanz		22·5°
Achsenlage	λ	+40°
	φ	+37·5°

Zusammenstellung:

Platte		51	41	37	60		57	Mittelwert
A	λ	+81·2	81·5	78·5	80·5	81	—	+80·5°
	φ	+36	36·8	37	36	35·9	—	+36·3°
B	λ	—	+39·5	40·5	—	—	40	+40·0°
	φ	—	+37·2	36·5	—	—	37·5	+37·1°

Die Schwankungen in der Achsenlage lassen hier keinen bestimmten Gang erkennen. Sie sind weniger durch die Verschiedenheit der Achsenlage in den Schichten der Schichtkrystalle (wie bei St. Raphael), sondern mehr durch die Fehler der Messung bedingt, die ich weniger in den Fehlern der optischen Bestimmung als in der Ungenauigkeit der Schlifflage suchen möchte. Das Mittelnehmen ist hier völlig berechtigt. Beide Achsen, besonders aber Achse A, liegen merklich außerhalb der von F. Becke gezeichneten Achsenbahn, näher der Mittellinie α. Bevor daran weitere Erörterungen geknüpft werden, mögen die Ergebnisse zunächst geprüft werden.

3. Winkel der Achsen in Zwillingen.

Aus der obenangeführten mittleren Achsenlage ergeben sich folgende Winkel von optischen Achsen bei Zwillingen:

Karlsbaderzwilling $A_1 A_2$ 15·5°; beob. Platte 60: 15°.

Albitzwilling $A B'$ 32°; beob. Platte 41 : 33·5°; Platte 37:31°; bei einer ferneren Zwillingsplatte 33, deren Lage nicht bestimmt wurde, 32°.

Periklinzwilling $A B^{=}$ 36°; beobachtet Platte 33 : 36°.

Der Winkel $2V_{\gamma}$ folgt aus der Achsenlage gleich 98°; also verhält sich Japan optisch negativ; dies verraten auch Achsenplatten durch die Hyperbelkrümmung.

4. Kontrolle durch Auslöschungsschiefen.

Aus den Achsenpositionen ergeben sich die Auslöschungsschiefen: M —3·5°, P+0·7°, a+24·7°.

Die Auslöschungsschiefe auf M wurde von Dr. Goldschlag gemessen —0°42′ bis —2·0°. Ähnliche Werte fand ich an den von Dr. Goldschlag hinterlassenen Präparaten. Die Übereinstimmung kann nicht als sehr gut bezeichnet werden, ist indessen immerhin erträglich.

Interessant sind die Verhältnisse auf P. Die Achsenlage erfordert auf P sehr kleine, und zwar positive Auslöschungsschiefe. So kleine Winkel erfordern schon große Sorgfalt und namentlich peinliche Justierung des Mikroskopes oder noch besser eine Messungsmethode, welche Justierungsfehler des Mikroskops unschädlich macht.

Es standen mir zwei brauchbare Präparate zur Verfügung: ein Spaltplättchen nach P, an dem die Spur M durch wenige sehr dünne, aber streng gerade Zwillingslamellen nach Albitgesetz einstellbar war. Die Bestimmung der Auslöschungsschiefe, wobei die Beobachtung auf der Ober- und Unterseite des Präparates erfolgte, um den Fadenkreuzfehler des Mikroskopes zu eliminieren, ergab auf der Oberseite negative Auslöschungsschiefe —0·7°. Die konoskopische Prüfung ergab, daß die Oberseite des Präparates der Fläche $00\bar{1}$ entspricht.

Auf der Fläche 001 ist also die Auslöschungsschiefe positiv, wie es die Achsenlage erfordert.

Max Schuster hat große Mühe gehabt, bei seinen Spaltpräparaten die richtige Orientierung festzulegen. Er war genötigt, den Spaltwinkel MP zu messen, die stumpfe Kante nach rechts zu legen. Die Entscheidung darüber, ob auf der Fläche 001 oder 00$\bar{1}$ beobachtet wurde, mußte durch Anspalten der Prismenflächen getroffen werden. Fallen die Prismenflächen bei Lage der stumpfen Kante M zur Rechten nach vorne ab, so beobachtet man auf 001, fallen sie nach hinten ab, so liegt 00$\bar{1}$ nach oben.

Das Mikrokonoskop gestattet (ein ebenes, sorgfältig aufgelegtes Präparat vorausgesetzt) eine bequemere Kontrolle, welche nur für gewisse Oligoklase versagt.

Die Fläche 001 liefert beim Andesin ein Interferenzbild, in welchem zunächst eine quere Fächerisogyre auffällt; ihr homodromes, bei Tischdrehung rasch bewegtes Ende liegt bei der richtig aufgestellten Fläche 001 rechts, bei 00$\bar{1}$ links, und durchsetzt dort die Andeutung der Lemniscaten mit fallenden Farben. In beiden Fällen übersieht man von dem hinten liegenden Ringsystem der Achse B (B') etwas mehr als von jenem, das die im Oktanten rechts (links) vorne unten austretende Achse A (A') umzieht ($PB = 69°$, $PA = 74°$ bei Andesin Mayeama). Auf diese Art kann man, sobald dieser Unterschied erkannt ist, das Spaltblättchen richtig aufstellen; immer muß von dem Ringsystem der rückwärtigen Achse mehr zu übersehen sein; liegen dann die Lemniscaten mit fallenden Farben zur Rechten (Linken), so beobachtet man auf 001 (00$\bar{1}$). Bei dem in Rede stehenden Präparat erschienen die Lemniscaten links, es wurde also auf 00$\bar{1}$ beobachtet und die gemessene negative Auslöschungsschiefe entspricht einer positiven auf 001.

Zu dem gleichen Resultat führte ein sehr schönes Präparat parallel der vorherrschenden Spaltfläche P eines Krystalls geschliffen. Es zeigt außer dem tatsächlich vorherrschenden Hauptindividuum Teile in Albitzwillingsstellung und ferner Teile von einem nach Karlsbadergesetz verwachsenen Krystall, der selbst wieder aus Zwillingslamellen nach

dem Albitgesetz aufgebaut ist. Es sind also alle vier Individuen 11′ 22′ vorhanden, geschnitten in der Richtung der Spaltfläche des vorherrschenden Individuums.

Durch das eben auseinandergesetzte Verfahren wurde ermittelt, daß der Hauptteil des Krystalls 00$\bar{1}$ nach oben kehrt. Er befindet sich also in der Stellung 1′ des Doppelzwillings. Hiernach ist nun auch die Stellung der 3 anderen Individuen gegeben, welche die Stellungen 1, 2, 2′ einnehmen. Alle vier Individuen sind in einer Fläche geschnitten, welche der Lage P'_1 entspricht. Damit harmonieren trefflich die isochromatischen Kurven der in richtiger Stellung daneben gezeichneten Interferenzbilder.

Die Auslöschungsschiefen lassen sich nunmehr leicht aus der Projektion ableiten; sie sind im Vergleich mit den beobachteten, die wieder bei den kritischen Teilen 1 und 1′ durch Beobachtung auf Ober- und Unterseite von dem Justierungsfehler des Mikroskops befreit wurden, die folgenden:

	1	1	2	2
beobachtet	+1·6°	—0·8°	—17·8°	+13·2°
konstruiert	+1°	—0·75°	—17°	+13·5°

Die Übereinstimmung ist eine vorzügliche.

Auch diese Beobachtung führt dazu, daß bei diesem japanischen Andesin die Auslöschungsschiefe auf der richtig aufgestellten Fläche P 001 im Sinne von Max Schuster positives Vorzeichen hat.

Die Individuen 1 und 1′ zeigen hier sehr zarte Einzelheiten der Zonenstruktur. Sie sind aus überaus feinen Schichten zusammengesetzt, in denen die Auslöschungsschiefe um Bruchteile von Graden abwechselt; daneben tritt in dickeren Schichtpaketen ein Auf- und Abschwanken der Auslöschungsschiefe auf, das sich aber auch in ziemlich engen Grenzen hält. Die Schichten sind so schmal, daß ihre optische Wirkung nur bei starker Vergrößerung wahrgenommen werden kann. Bei schwacher Vergrößerung nimmt man nur das Schwanken der Auslöschungsrichtung in unbestimmt abbegrenzten Paketen wahr. Bei starker Vergrößerung wird aber, wie bekannt, durch den breiten Öffnungskegel die Aus-

löschung überhaupt unpräzise. Die Schichtchen sind so fein, daß auf $^1/_{100}$ *mm* mehrere kommen. Einzelne etwas breitere Schichten mit einer Auslöschungsschiefe, die auf größeren Anorthitgehalt hindeuet, zeigen nach außen hin zackigt buchtige Korrosionsgrenzen. Das sind die von vielen Beispielen bekannten basischen Rekurrenzen. Einige Schichten sind durch zahlreiche fremde Einschlüsse gekennzeichnet.

Einige Platten, von Goldschlag senkrecht zu *M* und *P* angeschliffen, gestatten die Messung der Auslöschungsschiefe; sie wurde gemessen mit: 22·5° bis 26·4°. Die Konstruktion aus der Achsenlage erfordert 24·7°.

Die beste dieser Platten gestattet auch eine Kontrolle der gefundenen Achsenlage durch konoskopische Bestimmung der Mittellinie α.

5. Lage der Mittellinie α.

Die Platte 43, senkrecht zu *M* und *P* geschliffen,[1] zeigt in einem größeren Individuum eine breite Lamelle nach dem Albitgesetz eingeschaltet neben zahlreichen überaus feinen. Auch einzelne kurze Lamellen nach dem Periklingesetz, sowie Spaltrisse nach *P* sind zu beobachten.

Bringt man das Präparat in jene Stellung, die dem hinteren Pol der *a*-Achse in der Aufstellung der Diagramme von M. Lévy, Wülfing usw. entspricht, so gehört die dicke Zwillingslamelle dem Teilkrystall 1, die Hauptmasse 1' an. Die Prismenzone liegt nach hinten zu, die Vertikalachse tritt nach vorne, gegen den Beobachter hin aus.

Die Auslöschungsschiefen sind in 1 +24·6°, in 1' −24·5°. Im Konoskop sieht man in beiden Individuen das Interferenzbild der Mittellinie α ein paar Grade unterhalb der Mitte des Gesichtsfeldes, d. h. also zwischen dem Pol der *a*-Achse und der *c*-Achse.

In 1 liegt die Achsenebene von links oben nach rechts unten. Von den Ringen um die Achse links oben (Achse —*A*) sieht man etwas mehr als von der Achse rechts unten (Achse —*B*).

---

[1] Leider fehlen im Nachlaß Dr. Goldschlag's goniometrische Angaben über die Lage des Schliffes.

In 1' zieht die Achsenebene von rechts oben nach links unten, vom Ringsystem der Achse rechts oben (Achse $+A$) übersieht man etwas mehr als von dem der Achse links unten (Achse $+B$).

Diese Ungleichheit ist bei 1 etwas stärker ausgeprägt als bei 1', doch ist der Unterschied gering.

Nach der bei der Untersuchung des Albit von Amelia und des Oligoklasalbites angegebenen Methode[1] wurde der Ort der beiden Mittellinien α im Gesichtsfeld ermittelt. Da von Zwillingslamellen freie Stellen der Platte nur klein waren, konnte das Interferenzbild nur mit dem Zeichenapparat gemessen werden. Mit der Bertrand'schen Linse gelang es nicht, ein von Störungen freies Interferenzbild zu erlangen, das die Anwendung des Schraubenmikrometerokulars erlaubt hätte.

Es wurde also in jedem Teilkrystall ermittelt: die Abweichung des Achsenbalkens von der Mitte des Gesichtsfeldes in der Normalstellung und das Azimut der Achsenebene. Ferner wurde ermittelt die Abweichung der Ebene $\alpha\beta$ von der Mitte des Gesichtsfeldes. Die Spur dieser Ebene ist in der Normalstellung durch den Mittelbalken des Interferenzbildes gegeben. Aber auch hier mußte die Erfahrung gemacht werden, daß die Festhaltung dieses Balkens durch das Nachziehen mit dem Bleistift sehr unsicher ist. Es wurden daher, so wie es in der Abhandlung über Albit von Amelia angedeutet ist, die Distanzen der gleichstelligen Ringe des Achsenbildes in der Diagonalstellung bestimmt und hieraus auf die Lage der Ebene $\alpha\beta$ geschlossen.

Die Messungsergebnisse sind:

	1	1'
Azimut der Achsenebene gegen die Spur von M	$-64 \cdot 8°$	$+64 \cdot 3°$
Distanz der Achsenebene von der Mitte des Gesichtsfeldes .	5°9' links unten	5°45' rechts unten
Distanz des 1. Ringes um Achse A......	25°	27·3°

[1] Min. Petr. Mitt. *19*, p. 330 (1900) und *20*, p. 63 (1901).

	1	1'
Distanz des 1. Ringes um Achse B	34·3°	32·5°
Abstand der Ebene $\alpha\beta$ von der Mitte des Gesichtsfeldes	4·7° rechts	2·6° links.

Der Kreuzungspunkt von Achsenebene und Ebene $\alpha\beta$, d. i. der Ort der Mittellinie α, kann hieraus graphisch konstruiert werden. Er liegt für Teilkrystall 1 rechts von der Medianebene, für 1' fast genau in der Medianebene des Gesichtsfeldes. Hieraus ist zu entnehmen, was schon aus dem Anblick der Interferenzbilder erhellt, daß der Schliff um etwa 0·5° von der Richtung senkrecht zu M abweicht. Der gegenseitige Abstand der beiden Mittellinien α ergibt sich zu 1°19', daher $\varphi = +40'$, was mit der aus der Achsenlage abgeleiteten Position +0·3° gut übereinstimmt.

Aus dem Bilde ist auch eine Prüfung des Lagewinkels λ abzuleiten unter der Voraussetzung, daß die Platte genau senkrecht P geschliffen ist.

Die Mittellinien α liegen nämlich in einer Horizontalen, deren Entfernung vom Mittelpunkt des Gesichtsfeldes 6°20' entspricht. Um diesen Betrag liegt also die durch beide α gelegte Ebene näher am Pol der c-Achse als der Pol der a-Achse. Da dieser $\lambda = 63·7°$ zukommt, ergibt sich für λ von α der Wert 57·4°. Aus der Achsenposition wurde abgeleitet $\lambda = 60°$.

Daß das Interferenzbild der Platte und deren Orientierung richtig gedeutet wurde, erhellt noch aus folgender, die Dispersion der Achsen betreffende Beobachtung. Das Ringsystem der Achse A ist soweit der Plattennormalen nahe gerückt, daß man in der Normalstellung die durch Dispersion der Achse hervorgerufenen Farbensäume wahrnehmen kann. Man erblickt auf der der c-Achse zugewendeten Seite des Achsenbalkens einen bläulichen, auf der abgewendeten Seite einen bräunlichroten Saum. Dieselbe Farbenverteilung zeigt die Achse A des Andesin in den Achsenplatten.

Die Prüfung der Lage der Mittellinie α ergibt also für den Andesin von Japan ein Resultat, das mit der positiven Auslöschungsschiefe auf P übereinstimmt: dieser stark kalihaltige Andesin weicht sowohl in der Lage der Achsen als in der Größe des Achsenwinkels, als in der Auslöschungsrichtung auf P, als auch in der Lage der Mittellinie α von den übrigen Andesinen ab. Die Mittellinie α liegt am —Pol der a-Achse rechts von der Medianebene, wie bei den Oligoklasen und, was vielleicht noch wichtiger ist, wie beim Mikroklin. Im selben Sinne weichen auch die relativ niedrige Licht- und Doppelbrechung sowie der optisch negative Charakter dieses interessanten Feldspates von den normalen Andesinen ab.

Zusammenstellung der Ergebnisse.

Fundort	Zusammensetzung	Dichte	A		B	
			λ	φ	λ	φ
Hohenstein	$An_{35}\,Ab_{65}$	2·673	+75·8°	−41·7°	+42·3°	+39·7°
Esterel	$An_{40}\,Ab_{57}\,Or_{3}$	2·679	+80·3	−42·8	+35·5	+37·9
Japan	$An_{38}\,Ab_{54}\,Or_{8}$	?	+80·4	−36·3	+40·0	+37·1

	α		β		γ	
	λ	φ	λ	φ	λ	φ
Hohenstein	+59·6°	−1·8°	−31·5°	−18°	−27°	+72°
Esterel	+57	−2·7	−34·5	−24	−27	+66
Japan	+60	+0·3	−29·1	−25·0	−30·2	+65·2

Auslöschungsschiefen (aus den Achsenlagen).

	M gegen P	P gegen M	a gegen M
Hohenstein	−4·5°	−0·5°	+18·5°
Esterel	−5·8	−1·5	+24
Japan	−3·5	+0·7	+24·7

Brechungsexponenten.

	α	β	γ	$^1/_3(\alpha+\beta+\gamma)$	$\gamma-\alpha$
Hohenstein	1·5447	1·5489	1·5528	1·5488	0·0081
Esterel	1·5482	1·5518	1·5556	1·5519	0·0074
Japan	1·5461	1·5498	1·5531	1·5497	0·0070

	Winkel der Achsen				Winkel d. Achsenebenen		
	$2V_\gamma$	AB'	$AB\pi$	A_1A_2	11'	1π	12
Hohenstein	93·2°	25°	29·5°	21°	36°	42°	72°
Esterel	90·0	34	38·5	14	48	55	82
Japan	98	32	36	15·5	50	57	76

Die Positionen der Achsen A und B, ferner die von F. Becke früher gezeichnete Achsenbahn sind in den Fig. 6 und 7 gezeichnet. Mit kleinen Kreisen und den Buchstaben L und W sind die für Andesin von Michel Lévy und Wülfing gegebenen Achsenlagen eingetragen. Bei Achse B ist die Abweichung gering, dagegen ist für Achse A durch die Interpolation zwischen Oligoklas und Labrador ein unrichtiges Resultat herausgekommen.

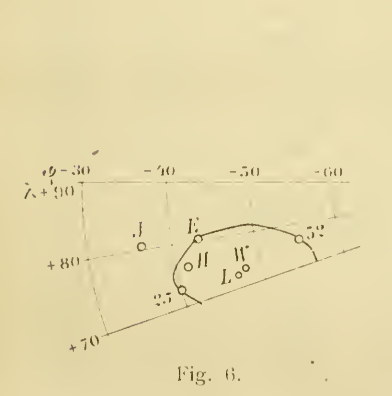


Fig. 6.

Achsenbahn der Achse A zwischen Oligoklas Twedestand (25) und Labradorit (52). H Andesin Hohenstein ($Ab_{65}An_{35}$). J Japan ($Ab_{51}An_{38}Or_8$). E Esterel ($Ab_{57}An_{40}Or_3$). L Andesin nach M. Lévy (Ab_5An_3). W nach Wülfing ($Ab_{63}An_{37}$).

Fig. 7.

Achsenbahn der Achse B zwischen Oligoklas (25) und Labrador (52). H Andesin Hohenstein ($Ab_{65}An_{35}$). J Japan ($Ab_{51}An_{38}Or_8$). E Esterel ($Ab_{57}An_{40}Or_3$). L Andesin nach M. Lévy (Ab_5An_3). W nach Wülfing ($Ab_{63}An_{37}$).

Klar tritt hervor, daß Japan aus der Reihe heraustritt; vermutlich infolge seines größeren Kaligehaltes, womit auch der niedrige Wert der Licht- und Doppelbrechung harmoniert,

Die Übereinstimmung mit den von F. Becke aus Dünnschliffbeobachtungen abgeleiteten Achsenlagen ist sehr gut. Nur wurde der Anorthitgehalt mit 37 % An unterschätzt. Bei der Benützung der Bestimmungstabellen in Denkschriften der Wiener Akademie, Bd. 75, ist dies zu beachten. Die dort gegebenen Tabellen wären für den Bereich zwischen Oligoklas bis Labrador wie folgt zu verbessern.

Tabelle der Auslöschungsschiefen (aus der Achsenlage abgeleitet).

(Siehe Denkschr. Bd. 75, p. 107.)

	An %	*M*	*P*	*a*
Oligoklas	25	+ 3°	+0·7°	+ 7°
Andesin	37	− 5·1	−1	+21·2
Labrador	52	−17·2	−6	+27·7

Tabelle der Winkel der optischen Achsen der Plagioklase in Zwillingen.

(Denkschr. Bd. 75, p. 114.)

	An %	AB'	AB_π	$A_1 A_2$
Oligoklas	25	9°	13°	28°
Andesin	37	29	34	17
Labrador	52	46	52	15

Tabelle der Winkel der Achsenebenen.

(Denkschr. Bd. 75, p 115 u. 116.)

	An %	11'	11π	12
Oligoklas	25	14°	21°	49°
Andesin	37	42	48	77
Labrador	52	52	56	118

Tabelle der Brechungsexponenten und der Achsenwinkel.

	An %	$^1/_3(\alpha+\beta+\gamma)$	$\gamma-\alpha$	$2V_\gamma$
Oligoklas	25	1·5455	0·0073	99°
Andesin	37	1·5503	0·0077	91·6°
Labrador	52	1·5589	0·0079	75°

Für Andesin sind in diesen Tabellen die Mittelzahlen von Hohenstein und Esterel angegeben. Japan wurde ausgelassen, da es sichtlich aus der Reihe springt.